

PŘÍČINY DYSFUNKCE KOLENNÍHO KLOUBU PO PLASTICE PŘEDNÍHO ZKŘÍŽENÉHO VAZU – DIAGNOSTIKA MAGNETICKOU REZONANCÍ

CAUSES OF DYSFUNCTION OF THE KNEE JOINT AFTER ANTERIOR CRUCIATE
LIGAMENT RECONSTRUCTION – DIAGNOSTIC BY MAGNETIC RESONANCE
IMAGING

původní práce

Boris Pauček^{1,2}
David Smékal²
Jaroslav Opavský²
Radomír Holibka³
Jana Zapletalová⁴

¹Pracoviště magnetické rezonance
Medihope VN, Olomouc

²Katedra fyzioterapie FTK UP,
Olomouc

³Ortopedická klinika LF a FN,
Olomouc

⁴Ústav lékařské biofyziky LF UP,
Olomouc

Přijato: 20. 11. 2015.

Korespondenční adresa:

MUDr. Boris Pauček, Ph.D.
Pracoviště magnetické rezonance
Medihope VN
Pasteurova 13, 779 00 Olomouc
e-mail: paucekb@volny.cz

Konflikt zájmů: žádný.

SOUHRN

Pauček B, Smékal D, Opavský J, Holibka R, Zapletalová J. Příčiny dysfunkce kolenního kloubu po plastice předního zkříženého vazy – diagnostika magnetickou rezonancí

Cíl: Charakterizovat změny struktur kolenního kloubu, které se podílejí na poruše funkce kloubu po plastice předního zkříženého vazy.

Metodika: V souboru 44 pacientů po operaci předního zkříženého vazy odeslaných k vyšetření magnetickou rezonancí pro potíže v operovaném kolenním kloubu jsme hodnotili celistvost náhrady LCA a výskyt dalších strukturálních změn kloubu. V souboru bylo 36 mužů (81,8 %) a osm žen (18,2 %). Medián věku pacientů byl 31,0 let, minimální věk 18 let a maximální věk 52 let. Pacienty jsme vyšetřili na přístroji Signa HDxT 1,5T (GE Healthcare, Milwaukee, USA) s použitím cívky HD 1,5T knee coil.

Výsledky: V souboru 44 vyšetřených pacientů po plastice LCA jsme u tří pacientů (6,8 %) diagnostikovali selhání graftplastiky LCA. U dalších pacientů s příznivým průběhem graftu LCA, ale s klinickými obtížemi v kolenním kloubu jsme prokázali následné léze, které se podílely na pooperačním dyskomfortu pacientů. Šlo o léze menisků v 88,6 %, akcentovanou nitrokloubní tekutinu v 75 %, kostní edém v 45,5 %, prosáknutí Hoffova tělesa v 36,4 %, náplň Bakerovy pseudocysty v 15,9 %, lézi laterálního kolaterálního vazy v 11,4 %, lézi zadního zkříženého vazy v 6,8 %. U dvou pacientů (4,5 %)

SUMMARY

Pauček B, Smékal D, Opavský J, Holibka R, Zapletalová J. Causes of dysfunction of the knee joint after anterior cruciate ligament reconstruction – diagnostic by magnetic resonance imaging

Aim: To characterize changes in the structures of the knee joint which contribute to the failure of the joint to function after the reconstruction of the anterior cruciate ligament.

Methods: In a group of 44 patients after surgery of the anterior cruciate ligament sent for MRI examination for problems in the knee joint that had been operated on, we evaluated the integrity of the ACL replacement and the occurrence of other structural changes in the joint. The group comprised 36 men (81.8%) and 8 women (18.2%). The median age of the patients was 31.0 years, the minimum age was 18 years and the maximum age was 52 years. The patients were examined with the HDxT Signa 1.5T (GE Healthcare, Milwaukee, USA) using the HD 1.5T knee coil.

Results: In the group of 44 patients examined after ACL reconstruction, we diagnosed a failure of the ACL graft in 3 patients (6.8%). For other patients with a favorable course of the ACL graft, but with clinical problems in the knee joint, we demonstrated subsequent lesions that caused postoperative discomfort in the patients. These lesions include a meniscal lesion in 88.6%, increased synovial fluid in 75%, a bone edema in 45.5%, Hoffa's fat pad syndrome in 36.4%, filling of the Baker

jsme vyšetřili z důvodu předchozího selhání reoperovaný, nyní pevný graft LCA.

Závěr: Mezi nejčastější příčiny dysfunkce kolenního kloubu po plastice LCA mimo selhání graftu LCA patří léze menisků, zmnožení nitrokloubní tekutiny, kostní edém, prosáknutí Hoffova tělesa, náplň Bakerovy pseudocysty, léze laterálního kolaterálního vazy, léze zadního zkříženého vazy. Diagnostika a přesné určení typu léze kolenního kloubu je pro ošetřujícího lékaře důležitá z důvodu stanovení dalšího konzervativního nebo chirurgického terapeutického postupu.

Klíčová slova: graftplastika předního zkříženého vazy, kolenní kloub, magnetická rezonance, ruptura náhrady předního křížového vazy.

pseudocyst in 15.9%, a lesion of the lateral collateral ligament in 11.4% and a lesion of the posterior cruciate ligament in 6.8%. In 2 patients (4.5%) we examined a currently stable ACL graft that had been reoperated because of the failure of a previous graft.

Conclusion: The most common causes of dysfunction of the knee joint after ACL reconstruction, besides the failure of the ACL graft, include a meniscal lesion, an increase in the amount of synovial fluid, a bone edema, Hoffa's fat pad syndrome, filling of the Baker pseudocyst, a lesion of the lateral collateral ligament and a lesion of the posterior cruciate ligament. Diagnosis and accurate determination of the type of lesion of the knee joint are important for an orthopedic surgeon because of the determination of further conservative or surgical therapeutic procedures.

Key words: graft anterior cruciate ligament reconstruction, knee joint, magnetic resonance, rupture of the anterior cruciate ligament replacement.

ÚVOD

Normální přední zkřížený vaz (LCA) je 31 až 36 mm dlouhá a cca 7 mm široká struktura. Proximální úpon předního zkříženého vazy je v místě posteromedialní zóny laterálního kondylu femoru. Distální úpon LCA je na area intercondylaris anterior proximální tibie ventrálně intermeniskálně. Úlohou LCA je zabránit ventrálnímu pohybu tibie a dorzálnímu posunu femoru a zajistit rotační stabilitu v kolenním kloubu. Ke vzniku kompletní ruptury LCA vedou tři základní mechanismy. Jsou to externí rotace a abdukce s hyperextenzí, dále působení přímé síly na tibii, která se dislokuje, a třetím mechanismem je vnitřní rotace v plné extenzi kolenního kloubu. Vzhledem k závažnosti následků nediagnostikované ruptury LCA je při klinickém podezření na lézi LCA indikováno vyšetření magnetickou rezonancí (MR). V případě MR průkazu kompletní ruptury LCA (obr. 1A), která vzniká buď akutním traumatem, nebo na základě chronických změn, je indikována ve většině případů chirurgická náhrada LCA.

Rekonstrukce předního zkříženého vazy se provádí náhradou poškozeného vazy většinou autologním graftem. Výkon probíhá v rámci techniky endoskopické intraartikulární rekonstrukce. Z intraartikulárních rekonstrukčních technik se používá nejvíce BTB (bone-tendon-bone) postup. Odebírá se střední část z ligamentum patellae, a to s kostním blokem na kraniálním i kaudálním konci. Graft se kotví ve zhotoveném kostním tibiálním i femorálním tunelu pomocí šroubů, které zajistí pevné přilnutí kostních bločků s jejich následnou oseální přestavbou v místě ukotvení graftu (1).

Při pooperačním MR vyšetření je u pacientů s poruchou funkce, omezením pohybu a bolestivostí kloubu zásadní

otázkou posouzení kontinuity graftplastiky LCA. U graftů se zachovanou celistvostí hodnotíme postavení, tonizaci a stupeň reparačního procesu graftu. Reparační fáze graftu jsou revaskularizace, resynovializace a výsledná remodelace ligamentizací graftu LCA, a to ve vztahu k časovým intervalům po provedené náhradě vazy. V prvních 4–6 týdnech po operaci dochází k iniciální nekróze operovaného graftu. Graft se při MR vyšetření jeví ve všech sekvencích, zvláště pak v PD FS, jako hyposignální struktura. V následujících 6–16 týdnech po operaci probíhá proliferační proces revaskularizace a resynovializace graftu, a to vrůstáním synoviálních cév do struktury graftu (obr. 2A). V této fázi je normálním nálezem zvýšený signál graftu v sekvenci PD FS, případně v sekvenci STIR. Kompletní strukturální přestavba graftu LCA bývá dokončena obvykle 12 měsíců po operaci, kdy se graft stává plnohodnotným vazem. Remodelovaný graft se v sekvencích PD FS jeví jako pravidelná hladce konturovaná, adekvátně tonizovaná hyposignální struktura (obr. 2B) (2, 3).

METODIKA

Na pracovišti magnetické rezonance Medihope ve Vojenské nemocnici v Olomouci jsme vyšetřili soubor 44 pacientů po graftplastice předního zkříženého vazy s poruchou funkce operovaného kolenního kloubu. V souboru bylo 36 mužů (81,8 %) a osm žen (18,2 %). Medián věku pacientů byl 31 let, minimální věk 18 let a maximální věk 52 let. U pacientů s pooperačním dyskomfortem jsme v rozmezí 2–24 měsí-



▲ Obr. 1A

▲ Obr. 1B

Obr. 1A. Při MR vyšetření pacienta po úrazu kolenního kloubu v sekvenci PD FS sagitálně verifikace kompletní ruptury předního zkříženého vazy (→) s porušenou kontinuitou fibril vazy, se snížením tonizace vazy a tekutinou v místě obvyklé femorální adheze vazy na mediální ploše laterálního kondylu femoru

Fig. 1A. At MRI examination of a patient after injury of the knee joint in the PD FS sequence sagittally, verification of complete rupture of the anterior cruciate ligament (→) with discontinuity of ligament fibrils, lower ligament toning and fluid at the place of usual femoral ligament adhesion to the medial surface of the lateral femoral condyle

Obr. 1B. U pacienta po plastice předního zkříženého vazy v sekvenci PD FS sagitálně příznivé postavení a tonizace graftu LCA; vizualizace metalických artefaktů femorálního i tibiálního kotvení graftu (→)

Fig. 1B. In a patient after anterior cruciate ligament reconstruction, a favorable position and toning of the ACL graft; visualization of metallic artifacts of femoral and tibial anchoring of the graft (→)

ců po operaci hodnotili kontinuitu, postavení a strukturu graftplastiky LCA. U pacientů s příznivým pooperačním nálezem graftu jsme hodnotili další patologické změny, které jsou příčinou obtíží. Jednalo se o nitrokloubní tekutinu, kostní edém, lézi menisků, změny Hoffova tělesa, náplň Bakerovy pseudocysty, léze laterálních vazů.

Pacienti byli vyšetřeni magnetickou rezonancí Signa HDxT 1,5T (GE Healthcare, Milwaukee, USA) s použitím cívký HD 1,5T knee coil v následujících sekvencích: PD FS parasag., cor. TR 2400, TE 26,8, FOV 16 × 16, síla vrstvy 4 mm. T1 cor. TR 360, TE 8,6, FOV 16 × 16, síla vrstvy 4 mm. MERGE tra. TR 269, TE 13,9 FOV 16 × 16, síla vrstvy 4 mm. STIR parasag. TR 2340, TE 54,9, FOV 16 × 16, síla vrstvy 4 mm.

VÝSLEDKY

V souboru 44 vyšetřených pacientů po plastice LCA jsme diagnostikovali selhání plastiky u tří pacientů, tj. v 6,8 % (obr. 3A, 3B). U dalších pacientů s příznivým postavením graftu LCA, ale s klinickými obtížemi v kolenním kloubu jsme prokázali následné léze. Léze menisků v 88,6 % (obr. 3C), zmnoženou nitrokloubní tekutinu v 75 % (obr. 3D), kostní edém v 45,5 % (obr. 3E), prosáknutí Hoffova tělesa v 36,4 % (obr. 3F), náplň Bakerovy pseudocysty v 15,9 %, lézi laterálního kolaterálního vazy v 11,4 %, lézi zadního zkříženého vazy v 6,8 %. U dvou pacientů (4,5 %) jsme vyšetřili z důvodu předchozího selhání reoperovaný, nyní pevný graft LCA (graf 1).



▲ Obr. 2A

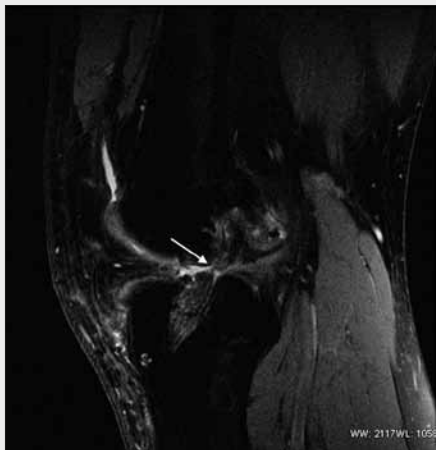
▲ Obr. 2B

Obr. 2A. Při MR vyšetření kolenního kloubu v sekvenci PD FS sagitálně u pacienta 10 týdnů po provedené náhradě předního zkříženého vazy s přetrvávající bolestivostí kloubu. Postavení i kontinuita náhrady vazy jsou příznivé. V sekvenci PD FS zvýšení signálu náhrady vazy v rámci obrazu resynovializace (→). Akcentovaná nitrokloubní tekutina, prosáknutí Hoffova tukového tělesa.

Fig. 2A. MRI examination of the knee joint in the PD FS sequence sagittally carried out 10 weeks after the substitution of the anterior cruciate ligament with persistent joint pain. The position and continuity of the ligament replacement are favorable. In the PD FS sequence: an increased signal of the ligament replacement in the image of resynovialization (→). Accented synovial fluid, Hoffa's fat pad syndrome.

Obr. 2B. Kontrolní vyšetření 12 měsíců po provedené plastice předního zkříženého vazy v sekvenci PD FS sagitálně. Náhrada vazy v příznivém postavení, adekvátně tonizovaná, plná religamentizace graftu (→).

Fig. 2B. Control examination carried out 12 months after anterior cruciate ligament reconstruction in the sagittal PD FS sequence. The ligament replacement in a favorable position, adequately toned, fully religamentized graft (→).



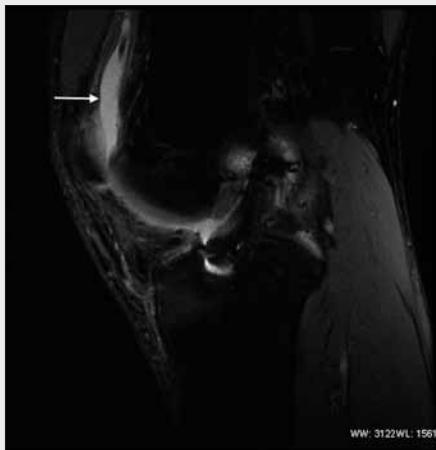
▲ Obr. 3A



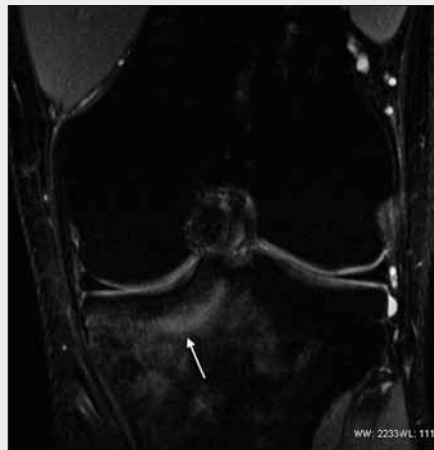
▲ Obr. 3B



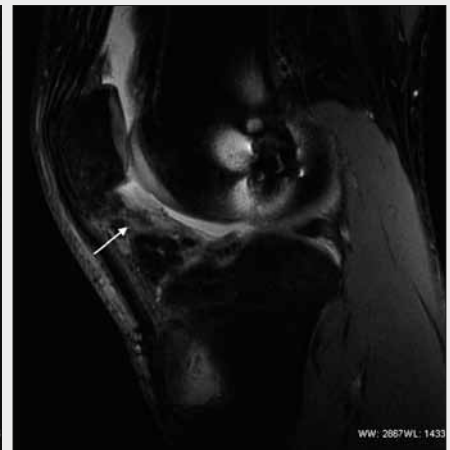
▲ Obr. 3C



▲ Obr. 3D



▲ Obr. 3E



▲ Obr. 3F

Obr. 3A. Při MR vyšetření kolenního kloubu pacienta po operaci LCA s přetrvávající nestabilitou kolenního kloubu jsme při vyšetření v sekvenci PD FS sagitálně prokázali inkompletní rupturu graftu LCA na podkladě vnitřního impingementu (→)

Fig. 3A. At MRI examination of a patient after ACL reconstruction with persisting instability of the knee joint, during the examination of the PD FS sequence sagittally, we proved an incomplete rupture of the ACL graft on the basis of internal impingement (→)

Obr. 3B. Při poúrazovém MR vyšetření pacienta s plastikou LCA v sekvenci MERGE sagitálně vizualizace kompletní ruptury náhrady předního zkříženého vazy s porušením kontinuity, retrakcí a nepravidelným uspořádáním vláken graftu (→)

Fig. 3B. The post-traumatic MRI examination of the patient with the ACL reconstruction in MERGE sequence sagittally shows a complete rupture of the anterior cruciate ligament replacement with a discontinuity, retraction and an irregular arrangement of the graft fibers (→)

Obr. 3C. Při MR vyšetření kolenního kloubu pacienta s bolestivostí laterálního kompartmentu po náhradě předního zkříženého vazy jsme diagnostikovali v sekvenci PD FS sagitálně šikmou rupturu zadního rohu laterálního menisku (→)

Fig. 3C. At MRI examination of a patient with a painful lateral compartment after the anterior cruciate ligament replacement we diagnosed, in the PD FS sequence sagittally, an oblique rupture of the posterior horn of the lateral meniscus (→)

Obr. 3D. U pacienta půl roku po plastice předního zkříženého vazy s bolestivostí kolenního kloubu jsme prokázali v sekvenci PD FS sagitálně akcentovanou synoviální tekutinu suprapatelárně (→), sníženou tonizaci náhrady vazy

Fig. 3D. In a patient six months after anterior cruciate ligament reconstruction with joint pain, we found, in the PD FS sequence sagittally, accented synovial fluid suprapatellarly (→) and reduced toning of the ligament replacement

Obr. 3E. U pacienta s bolestivostí mediálního kompartmentu kolenního kloubu jsme v sekvenci PD FS koronálně prokázali postkontuzní dřeňový edém mediálního kondylu tibie (→)

Fig. 3E. In a patient with pains of the medial compartment of the knee joint, we found, in the PD FS sequence coronally, a postcontusive bone marrow edema of the medial condyle of the tibia (→)

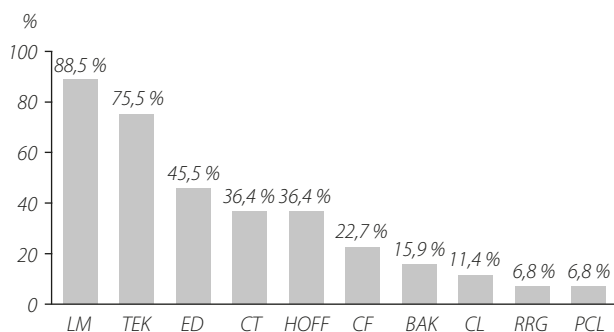
Obr. 3F. V sekvenci PD FS sagitálně jsme prokázali pooperační prosáknutí Hoffova tukového tělesa (→), zmnožená tekutina v suprapatelární burze po plastice předního zkříženého vazy

Fig. 3F. In the PD FS sequence sagittally, postoperative Hoffa's fat pad syndrome (→), increased fluid in the suprapatellar bursa after anterior cruciate ligament reconstruction

Při hodnocení asociace změn u pacientů s obtížemi po technicky správné plastice předního zkříženého vazy jsme prokázali nejčastější kombinaci současných změn: lézi laterálního menisku, zmnožení nitrokloubní tekutiny a pří-

tomnost dřeňového kostního edému nejčastěji v laterálním kondylu tibie.

Při rekonstrukci předního zkříženého byla použita většinou technika endoskopické intraartikulární rekonstrukce



Graf 1. Výskyt dalších lézí v souboru pacientů s graftplastikou předního zkříženého vazů

LM – léze menisků (39 pacientů) (obr. 3C), TEK – zmnožení nitrokloubní tekutiny (33 pacientů) (obr. 3D), ED – kostní edém obecně (20 pacientů), CT – edém kondylu tibie (16 pacientů) (obr. 3E), HOFF – prosáknutí Hoffova tělesa (16 pacientů) (obr. 3F), CF – edém kondylu femoru (10 pacientů), BAK – Bakerova pseudocysta (7 pacientů), CL – léze kolaterálního ligamenta (5 pacientů), RRG – reruptura graftu (3 pacientů) (obr. 3A,B), PCL – léze zadního zkříženého vazů (3 pacientů)

Graph 1. The occurrence of other lesions in the set of patients with graft anterior cruciate ligament reconstruction

LM – meniscal lesions (39 patients) (Fig. 3C), TEK – increase in synovial fluid (33 patients) (Fig. 3D), ED – bone edema in general (20 patients), CT – edema of the tibia condyle (16 patients) (Fig. 3E), HOFF – Hoffa's fat pad syndrome (16 patients) (Fig. 3F), CF – edema of the femoral condyle (10 patients), BAK – Baker's pseudocyst (7 patients), CL – collateral ligament lesion (5 patients), RRG – rerupture of the graft (3 patients) (Fig. 3A,B), PCL – lesion of the posterior cruciate ligament (3 patients)

BTB (bone-tendon-bone), při které byl odebrán štěp z ligamentum patellae, a to s kostním blokem na kranialním i kaudálním konci. Zmíněné kostní bloky graftu LCA byly během operace ukotveny ve zhotoveném kostním tibiálním i femorálním tunelu pomocí metalického materiálu.

U pacientů operovaných na ortopedickém pracovišti zdravotního zařízení Medicom's jsme prokázali 88,6% úspěšnost primární plastiky LCA. V souboru 44 pacientů jsme rerupturu LCA prokázali u tří pacientů (6,8 %). Reoperovaný, nyní pevný graft byl vyšetřen u dvou pacientů (4,5 %).

DISKUSE

Rekonstrukce předního zkříženého vazů se provádí náhradou poškozeného vazů allo, nebo autologním graftem, eventuálně náhradou ze syntetického materiálu, a to jak u akutního poškození, tak i u chronických lézí LCA. Výkon probíhá v rámci techniky intraartikulární rekonstrukce (1, 4, 5). Z intraartikulárních rekonstrukčních technik se používá nejvíce BTB (bone-tendon-bone) postup (1). Odebírá se střední část z ligamentum patellae, a to s kostním blokem na kranialním i kaudálním konci. Lze také získat graft odběrem z hamstringů, a to z m. semitendinosus a m. gracilis. Při této technice se do místa původního průběhu LCA aplikuje dvojitý graft označovaný jako ST-G (m. semitendinosus-gracilis). BTB graft vykazuje dle literárních údajů (4) vyšší odolnost v zátěži než graft ST-G. Graft se kotví ve zhotoveném kostním tibiálním i femorálním tunelu pomocí šroubů, které zajistí pevné přilnutí kostních bloků s jejich následnou oseální přestavbou v místě ukotvení graftu. Tibiální tunel má šířku 10 mm a kranialní otvor lokalizován interkondylárně, mírně dorzálněji od místa původní adheze LCA z důvodu prevence vzniku interkondylárního impingementu graftu. Tento impingement – jako nepříznivý nález při hodnocení graftu – by se mohl projevit v extenzi operovaného ko-

lenního kloubu (obr. 4A). V případě rozvinutého obrazu interkondylárního impingementu graftu je nutné následně provést plastiku interkondylární fossy. Správný průběh tibiálního tunelu má vliv i na adekvátní tonizaci graftu, protože při příliš ventrálním postavení kranialního ústí tibiálního tunelu dochází při flexi k nadměrnému namáhání graftu, nebo při plné extenzi kolena se může projevit oseální impingement graftu o strop interkondylární fossy. Správné femorální ukotvení graftu hodnotíme v koronální rovině. Korektní femorální ukotvení graftu je u pravého kolena v pozici 11 hodin a u levého v pozici 1 hodina (obr. 4B). Toto správné femorální ukotvení je prevencí vzniku anterolaterálního impingementu graftu. Obecně řečeno oseální impingement, ať již interkondylární, nebo anterolaterální má za následek edém, abrazi, parciální, nebo při celkovém oslabení až přerušení kontinuity graftu.

Přirozené hojivé schopnosti poškozeného předního zkříženého vazů jsou ve srovnání s reparačními schopnostmi postranních vazů značně horší. Proto chronické trauma LCA ve velké části případů vyústí v kompletní rupturu, dle literárních údajů nejčastěji v časovém intervalu do 1 roku od úrazu (4).

Při MR hodnocení je důležité správné posouzení procesu reparace a remodelace graftu LCA. Jedni z prvních, kteří zkoumali adaptaci předního zkříženého vazů, byli Amiel et al. (6). Ve své práci prokázali, že patelární vaz, který měl naprosto odlišné biologické i mechanické vlastnosti ve srovnání s intaktním LCA, prošel postupně změnami a přeměnil se ve strukturu, která velmi připomínala původní přední zkřížený vaz. Rozeznáváme tři stadia pooperační remodelace graftu po plastice LCA.

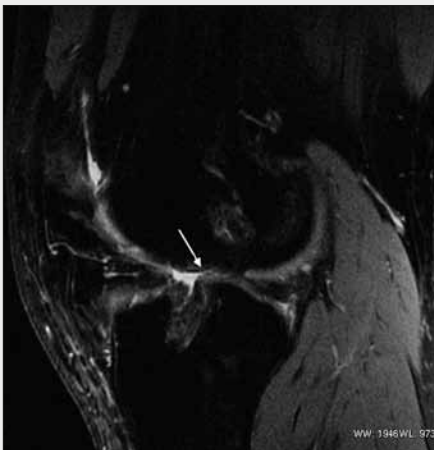
Stadium I – jde o avaskulární nekrózu odebraného a implantovaného graftu. V první fázi, která trvá obvykle 1–1,5 měsíce po operaci, se graft jeví při vyšetření magnetickou rezonancí jako hyposignální lineární struktura.

Během této fáze časného hojení dochází k nekróze a oxidačnímu stresu, v důsledku čehož se uvolní cytokiny, které spustí proces exprese růstového faktoru, což vede k migraci buněk, proliferaci a následně na konci této první fáze již i k tvorbě extracelulární hmoty s iniciální revaskularizací. Kleiner et al. (7) prokázali, že novotvořené buňky pocházejí z odlišné tkáně, než je tkáň implantovaného graftu. Tito autoři uvádějí, že buňky pocházejí buď ze synoviální tekutiny, ze zbytku pahýlu původního předního zkříženého vazů, nebo z buněčných elementů kostní dřevě zanesených při vrtání tunelů.

Ve **stadiu II** – revaskularizace a resynovializace – prokážeme při vyšetření magnetickou rezonancí v sekvencích PD FS i STIR zvýšený signál graftu v důsledku celulární proliferace při kontinuitě a přiměřené tonizaci vazů.

V této fázi dochází k největší buněčné aktivitě a změnám v extracelulární matrix, kdy celularita nepřetržitě stoupá. Zvýšená koncentrace celulárních elementů je na obvodu štěpu, zatímco jeho střed je stále nebuněčný. Kuroda et al. (8) zjistili, že největší remodelační aktivita je během proliferační fáze, kdy dochází k destrukci a úklidu původní tkáně štěpu a kolonizaci graftu LCA novými celulárními elementy. Dle literárních údajů (2, 9) je během první fáze hojení rizikovým místem rozhraní mezi kostí a štěpem a dochází k nejčastějšímu selhání štěpu kvůli jeho vytažení z kostěného tunelu. Zatímco ve fázi proliferace je místem nejpravděpodobnějšího selhání štěpu sám štěp. Fáze celulární proliferace bývá ukončena do 3–4 měsíců po operaci.

Fáze proliferace přechází plynule do **III. stadia** remodelace graftu, který je opět při vyšetření magnetickou rezonancí ve všech sekvencích hyposignální s přiměřenou tonizací, bez



▲ Obr. 4A



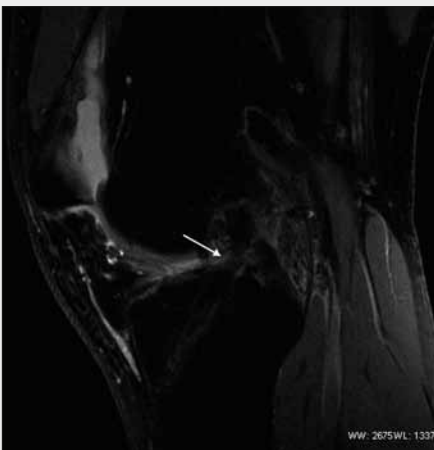
▲ Obr. 4B

Obr. 4A. Při MR vyšetření pacienta po náhradě předního zkříženého vazy s přetrvávající bolestivostí kolenního kloubu jsme prokázali v sekvenci PF FS sagitálně průkaz vnitřního interkondylárního impingementu graftu předního zkříženého vazy s kondylem tibie. Graft je edematózní se sníženou tonizací, serpiginózního průběhu (→) při nepříznivém postavení tibialního tunelu. Prosáknutí Hoffova tukového tělesa.

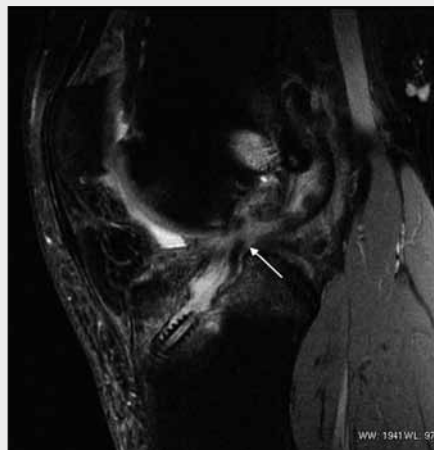
Fig. 4A. At MRI examination of a patient after the anterior cruciate ligament replacement with persistent joint pain, we found, in the PD FS sequence sagittally, evidence of intercondylar impingement of the graft anterior cruciate ligament with the tibial condyle. The graft is edematous with reduced toning, serpiginous-type (→) at an unfavorable position of the tibial tunnel; Hoffa's fat pad syndrome.

Obr. 4B. V sekvenci PD FS koronálně správné femorální postavení graftu LCA pravého kolenního kloubu s femorálním ukotvením graftu v pozici 11 hodin (→)

Fig. 4B. In the PD FS sequence coronally, a correct position of the femoral graft LCA of the right knee with the femoral anchoring of the graft in the eleven o'clock position



▲ Obr. 5A



▲ Obr. 5B

Obr. 5A. Při MR vyšetření pacienta s plastikou LCA jsme po opakovaném úrazu kolenního kloubu prokázali v sekvenci PF FS sagitálně distenzi náhrady LCA s edémem ve střední části (→) bez porušení celistvosti náhrady předního zkříženého vazy

Fig. 5A. At MRI examination of a patient with ACL reconstruction after repeated injury to the knee joint, we demonstrated in the PD FS sequence sagittally distension (→) of the LCA replacement with an edema in the central part without destroying the integrity of the anterior cruciate ligament

Obr. 5B. Při akutním MR vyšetření kolenního kloubu zraněného hokejisty byla v sekvenci PD FS průkazná ruptura náhrady předního zkříženého vazy s porušením kontinuity graftu (→)

Fig. 5B. At an acute MRI examination of an injured hockey player, in the PD FS sequence, an obvious rupture of the anterior cruciate ligament replacement with infringement of the graft's continuity (→)

elongace. Po ukončení III. stadia remodelace se graft LCA podobá jak morfoloicky, tak i histologicky původnímu vazy (4). Období plného vyzrání graftu trvá obvykle 1 rok a výsledný stav se označuje jako ligamentizace graftu LCA. Dle některých autorů (10) není ukončení fáze remodelace přesně časově definováno, neboť ke změnám na štěpu může docházet dokonce i roky po operaci. Mezi morfoloogií intaktního vazy a štěpu zůstávají rozdíly, které se týkají především organizace extracelulárních vláken. Vlákná kolagenu získávají vzhled, který se mikroskopicky velmi podobá vzhledu intaktního LCA kolem 6–12 měsíce po rekonstrukci (2). K absolutní remodelaci graftu dle práce některých autorů prakticky nedojde nikdy (3). Intaktní LCA totiž vykazuje heterogenní stavbu a vlnité uspořádání kolagenních vláken různých průměrů, kdežto graft má paralelní uspořádání kolagenních vláken, která se tvoří ve fázi proliferace. Trvale menší průměr kolagenních vláken vysvětluje nižší

mechanickou odolnost štěpu ve srovnání s intaktním LCA. Mechanické vlastnosti štěpu se však významně zlepšují během fáze ligamentizace a dosáhnou svého maxima kolem 1 roku po zákroku. Remodelační schopnosti autograftu a allograftu nevykazují dle literárních prací signifikantní rozdíly (11).

Vhojení štěpu do stěn kostěného tunelu je jedním z nejdůležitějších faktorů, který ovlivňuje remodelaci a budoucí mechanické vlastnosti štěpu. Při adhezi – vhojení kostěného bloku do stěn tunelu – dochází nejdříve k nekróze, postupné resorpci a následně k remodelaci kostní tkáně. Po 3 měsících po operaci, kdy dojde k dokonalému spojení voperovaného kostního bloku, není znovuvytvořená kost odlišitelná od okolní kosti.

U pacientů s novým následným úrazem operovaného kolenního kloubu můžeme při MR vyšetření prokázat obraz opětovného intraligamentózního edému graftu (obr. 5A)

v rámci komplexu změn při distenzi vazů. Při větším traumatu v časném pooperačním období může dojít k uvolnění kostěných bloků v tibiálním nebo femorálním tunelu, v pozdější proliferativní nebo remodelační fázi můžeme diagnostikovat i rupturu vlastní vazivové části graftu LCA (obr. 5B), čímž potvrdíme selhání graftu.

Celková míra úspěchu plastiky předního křížového vazů dosahuje dle literárních údajů k 90 % (4). V souboru pacientů operovaných na ortopedickém pracovišti zdravotního zařízení Medicom's byla úspěšnost primární plastiky předního zkříženého vazů 88,6%. Pacienti po plastice LCA se ve většině případů vracejí k předúrazové aktivitě. Každý pacient má však individuální reparační a regenerační schopnosti a mohou se objevit různé pooperační reakce (zbytnělá jizva, nitrokloubní výpotek, omezení hybnosti, laxicita kloubu s ventrální tibiální nestabilitou) i v případě správného operačního postupu (12, 13, 15, 16). Těmto nežádoucím výsledkům se dá zabránit použitím nejmodernějších operačních technik. Například počítačově navigovanou rekonstrukcí LCA (16), užitím operační techniky single graftu s přesnou centrací, která má zabránit roof impingementu, nebo využitím operačních technik používajících dva štěpy – double bundle. Nezbytnou součástí pooperačního období je optimální rehabilitace (17–20). Intenzivní ambulantní fyzioterapie probíhá po plastice LCA přibližně 2–3 měsíce. V časné pooperační fázi, která trvá první 2 týdny po operaci, je hlavním cílem zmenšit otok a eliminovat bolest

operovaného kolenního kloubu, mobilizace žívek a měkkých tkání pod lig. patellae. V pooperační fázi (3.–6. týden) již pacient plně zatěžuje operovanou končetinu, vždy však s respektováním bolesti a s odkládáním francouzských berlí v případě obnovy normálního stereotypu chůze. V pozdní pooperační fázi (7.–12. týden) se zvyšuje i podíl cvičení v otevřených kinetických řetězcích a pro další nárůst obtížnosti cvičení se používají balanční pomůcky. V následné rekonvalescenční fázi (13. týden až 6. měsíc) pokračuje pacient v aktivitách z předšlých fází. Při sportovních aktivitách je vhodné použití funkční ortézy kolenního kloubu minimálně 1 rok po operaci.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo charakterizovat hlavní změny, které se podílejí na poruše funkce kolenního kloubu po plastice předního zkříženého vazů. Jako hlavní příčiny pooperační dysfunkce kolenního kloubu jsme v souboru vyšetřených pacientů prokázali následné změny v pořadí výskytu četností: léze menisků – zvláště laterálního, zmnoženou nitrokloubní tekutinu, kostní dřevňový reaktivní edém, prosáknutí Hoffova tělesa, náplň Bakerovy pseudocysty, selhání graftplastiky LCA a lézi zadního zkříženého vazů. Diagnostika a přesné určení typu léze je pro ošetřujícího lékaře důležitá z důvodu stanovení dalšího konzervativního nebo chirurgického terapeutického postupu.

LITERATURA

- Dungl P, a kol. Ortopedie. 2. vydání. Praha: Grada Publishing 2014.
- Smékal D, Hanzlíková I, Žiak D, Opavský J. Remodelace štěpu a vhojení štěpu do kostěného tunelu po artroskopické náhradě předního zkříženého vazů. Rehabil Fyz Léč 2014; 21(3): 189–198.
- Kastner J, Ferfa J, Kreuzberg B, Karnos V, Nepras P. Role magnetické rezonance ve vyšetřování sportovních úrazů. Ces Radiol 2012; 66(4): 359–368.
- Stoller DW. Magnetic resonance imaging in orthopedics and sports medicine. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins 2007.
- Petersen W, Forkel P, Achtnich A, Metzlauff S, Zantop T. Anatomic reconstruction of the anterior cruciate ligament in single bundle technique. Oper Orthop Traumatol 2013; 25(2): 185–204.
- Amiel D, Kleiner JB, Roux RD, Harwood FL, Akeson WH. The phenomenon of „ligamentization“: Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon. J Orthop Res 1986; 4(2): 162–172.
- Kleiner JB, Amiel D, Harwood FL, Akeson WH. Early histologic, metabolic, and vascular assessment of anterior cruciate ligament autografts. J Orthop Res 1989; 7(2): 235–242.
- Kuroda R, Kurosaka M, Yoshiya S, Mizuno K. Localization of growth factors in the reconstructed anterior cruciate ligament: Immunohistological study in dogs [Abstract]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2000; 8(2): 120–126.
- Weiler A, Förster C, Hunt P, Falk R, Jung T, Unterhauser FN, Haas NP. The influence of locally applied platelet-derived growth factor-BB on free tendon graft remodeling after anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med 2004; 32(4): 881–891.
- Smith MA, Smith WT, Kosko P. Anterior cruciate ligament tears: Reconstruction and rehabilitation. Orthop Nurs 2014; 33(1): 14–24.
- Ge Y, Li H, Tao H, Hua Y, Chen J, Chen S. Comparison of tendon-bone healing between autografts and allografts after anterior cruciate ligament reconstruction using magnetic resonance imaging. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2013; 21(11): Epub.
- Stucken C, Garras DN, Shaner JL, Cohen SB. Infections in anterior cruciate ligament reconstruction. Sports Health 2013; 5(6): 553–557.
- Tanaka MJ, Jones KJ, Gargiulo AM, Delos D, Wickiewicz TL, Potter HG, Pearle AD. Passive anterior tibial subluxation in anterior cruciate ligament-deficient knees. Am J Sports Med 2013; 41(10): 2347–2352.
- Rotterud JH, Sivertsen EA, Forssblad M, Engebretsen L, Aroen A. Effect of meniscal and focal cartilage lesions on patient-reported outcome after anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med 2013; 41(3): 535–543.
- Magnussen RA, Pedroza AD, Donaldson CT, Flanigan DC, Kaeding CC. Time from ACL injury to reconstruction and the prevalence of additional intra-articular pathology: is patient age an important factor? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2013; 21(9): 2029–2034.
- Margier J, Tchouda SD, Banihachemi JJ, Bosson JL, Plaweski S. Computer-assisted navigation in ACL reconstruction is attractive but not yet cost efficient. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2014; 21(1): Epub.
- Kolář P, a kol. Rehabilitace v klinické praxi. Praha: Galén 2009.
- Pereira M, Vieira NS, Brandao ER, Ruaro JA, Grignet RJ, Frez AR. Physiotherapy after reconstruction of anterior cruciate ligament. Acta Ortop Bras 2012; 20(6): 372–375.
- Smékal D, Kalina R, Urban J. Rehabilitace po artroskopických náhradách předního zkříženého vazů. Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Českosl 2006; 73(6): 421–428.
- Feagin JA. The crucial ligaments – Diagnosis and treatment of ligamentous injuries about knee. New York: Churchill Livingstone 1988.